

空中強力超音波による非接触濡れ性の改善

Improvement of non-contact wettability by Aerial intense ultrasonic wave

○小林 良¹, 浅見拓哉², 三浦 光²*Ryo Kobayashi¹, Takuya Asami², Hikaru Miura²

Abstract: Improving wettability of a solid-liquid interface is necessary for varnish of the coil and industrial use. There are the ultrasonic vibration method and the plasma processing method to improve wettability. The ultrasonic vibration system is possible to improve wettability without changing the physical properties. However, the conventional method of ultrasonic vibrations contacts with the solid material, and is difficult to incorporate in the line of factories. Therefore, this study is aimed at improving wettability by the non-contact aerial intense ultrasonic wave as a new method. In this paper, we examine the shape of a droplet in the aerial ultrasonic wave as a basic study.

1. はじめに

固体・液体界面での濡れ性の改善は、コイルのワニス含浸等、工業的に求められている^[1]。濡れ性を改善する方法には、プラズマ処理方式と超音波振動方式がある^[2]。プラズマ処理方式は、固体表面を改質することで濡れ性改善する。それに対し、超音波振動方式は固体表面を改質することがなく、物性を変えずに濡れ性改善することができる。しかし、従来の超音波振動方式は、超音波振動源を固体に接触させるもので、工場のラインに組み込むことが困難であり、汎用性に欠けていた。

そこで本研究では、新しい方式として非接触空中超音波による濡れ性改善を目的としている。本稿ではその基礎的な検討として、空中超音波によって定在波音場を形成し、固体・液体界面として、ここではメッシュに液滴を乗せ、音場内での形状変化について検討した。

2. 超音波音源の概略

Fig. 1 は本稿で使用する超音波音源の概略である。超音波音源は 20kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子、振幅拡大比 4.6 のエキスポネンシャルホーン、振動板(寸法 67mm×37mm×3mm)、一様棒(直径 12mm, 長さ 118mm)で構成した。反射板は、空中音波の半波長の位置に振動板と平行に設置し、板間に定在波音場を形成した。

3. 振動板表面近傍の音圧分布

振動板表面近傍の音圧分布を検討するため、音圧の測定を行った。測定は入力電力 3W 一定とし、プローブ付きマイクロホン(ACO, TYPE-7017)で行った。Fig. 2 は、規格化した音圧分布の結果である。図は振動板の長さ方向を X 軸、幅方向を Y 軸にしている。図より $(X,Y)=(37,0)$ と $(X,Y)=(59,0)$ の位置で音圧が強くなって

いることがわかる。本稿ではより音圧が強かった $(X,Y)=(37,0)$ の位置で濡れ性を検討した。

4. 濡れ性の観察

ここでは金属メッシュと液滴の間の濡れ性について検討するため、メッシュ上に設置した液滴に超音波照射した場合の液滴の形状変化を観察した。メッシュは

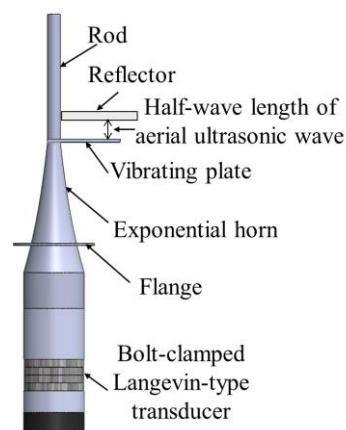


Fig. 1 Outline of an ultrasonic source.

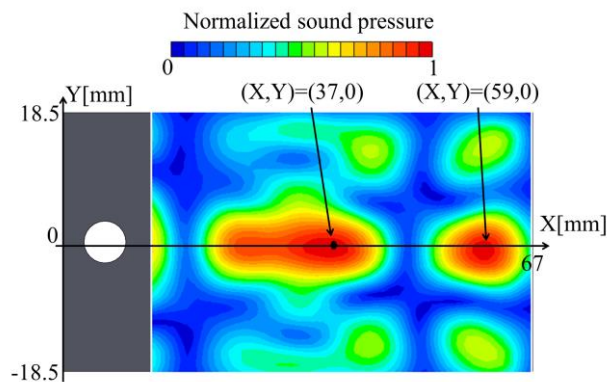


Fig. 2 Sound pressure distribution of the vibrating plate.

1 : 日大理工・院(前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気

SUS316 平織, 線形 0.06mm, 空間目 0.109mm のものを使用した. 液滴は粘度の高いグリセリン(粘度 1.412Pa·s)を 10g に, 撮影しやすくするための青色インク 10 μ l を混ぜて攪拌したものを使用した. Fig. 3 は実験装置の概略である. メッシュは, 音圧の節の位置である振動板と反射板の中央の位置に設置した. カメラは液滴の形状の変化を撮影するために, 液滴の真横に設置した. Fig. 4 は観察の例として, 入力電力が 8W の場合であり, 同図(a)が超音波照射前の液滴の様子, 同図(b)が超音波照射後の液滴の様子である. 両図より液滴は超音波照射により広がっており, 空中超音波により濡れ性が改善していることがわかる.

5. 入力電力と濡れ性改善の関係

ここでは入力電力を変化させた時の濡れ性の改善として, 液滴の形状変化を検討することとし, その程度をアスペクト比(液滴の幅と高さの比)と接触角で表すことを考えた. そのために, 超音波照射前後の液滴を真横から撮影し, それらの画像から液滴の幅と高さの画素数を求め, アスペクト比は幅[px]/高さ[px]から, 接触角は $\theta/2$ 法により算出した. 測定は入力電力を 2W から 12W の間で行った.

Fig. 5(a), (b)は測定結果である. 両図とも横軸は入力電力を表しており, 図(a)の縦軸はアスペクト比, 図(b)の縦軸は接触角である. 同図(a)より, アスペクト比は入力電力が大きくなるほど大きくなっていることがわかる. これは, 入力電力を上げていくにともないメッシュ上で液滴が広がっていることを示している. 同図(b)より, 接触角は入力電力を上げていくにともない, 減っていくことがわかる. これら結果より, 強力な空中超音波をメッシュ上の液滴に照射することによって, 濡れ性が改善することがわかった.

6. おわりに

本稿では, 空中超音波による非接触濡れ性改善を提案し, その基礎的検討を行った. その結果, 強力な空中超音波を加えることで, 非接触で濡れ性を改善することがわかった.

参考文献

- [1]土屋昭夫, 金沢均: 日立評論, Vol.49, No.9, pp.939, 1967.
- [2]中西治通, 恒川好樹, 毛利尚武, 奥宮正洋, 新美格: 軽金属, Vol. 43, No. 1, pp.8-13, 1993.
- [3]清田佐助, 三浦光, ほか 4 名: 平成 22 年度日本大学理工学部学術講演会論文集, pp.949-950, 2010.

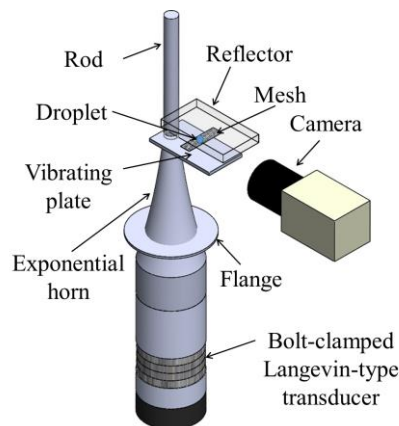
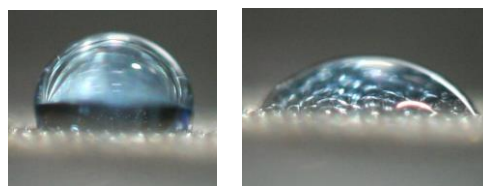
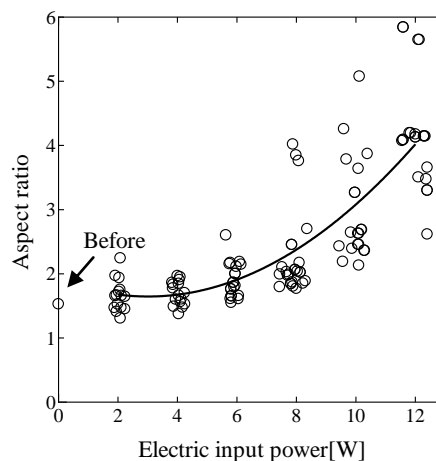


Fig. 3 Outline of an experiment system.

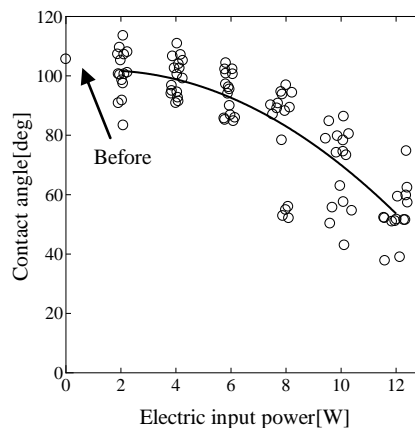


(a) Before (b) After

Fig. 4 Change of droplet with ultrasonic irradiation.



(a)Aspect ratio properties



(b)Contact angle properties

Fig. 5 Electric input properties.